

CAPITULO 6

Fenología de floración y visitantes florales de especies herbáceas

Víctor Parra-Tabla, Luis Abdala-Roberts Patricia Téllez, Nataly Celaya,
Luis Salinas-Peba y Conchita Alonso

Resumen

- I. Introducción
- II. Fenología de floración de especies del estrato herbáceo de plantas de la RBRL
- III. Visitantes florales de las especies del estrato herbáceo
- IV. Perspectivas
- V. Agradecimientos
- VI. Referencias

Resumen

La fenología de la floración en los ecosistemas terrestres y su relación con el fenómeno de la polinización, es un elemento clave en el estudio de la funcionalidad de los ecosistemas. La consecuencia directa del éxito de la polinización es su efecto en procesos como la regeneración de la vegetación y por tanto con fuertes implicaciones para la conservación. En esta contribución presentamos la primera descripción

cuantitativa de la fenología de floración de 27 especies de plantas herbáceas presentes en la Reserva de La Biósfera de Ría Lagartos (RBRL). De igual forma, aportamos datos de los principales grupos de insectos visitantes de las flores que potencialmente juegan el papel como polinizadores en el estrato herbáceo. Finalmente, en el apartado de perspectivas sugerimos algunas líneas de investigación que consideramos relevantes en esta área de estudio y que serían de gran importancia para el fortalecimiento de las medidas de conservación de la RBRL.

I. Introducción

La producción de flores a lo largo del tiempo (conocido como fenología de floración) es uno de los momentos más importantes en las comunidades terrestres de todos los tipos de ecosistemas terrestres debido a que este fenómeno dispara eventos de interacción entre las plantas y un sinnúmero de especies de animales que abarcan desde pequeños invertebrados (como abejas, avispa,

hormigas, escarabajos) hasta vertebrados (como murciélagos y aves). Las interacciones que se establecen entre las plantas y los animales pueden ser de tipo antagonista en la que los animales provocan un daño a las flores y frutos (por ejemplo los robadores de néctar, parásitos y depredadores de frutos y semillas) y otras de tipo mutualista en las que las plantas se benefician de la interacción (por ejemplo polinizadores y dispersores de semillas).

El papel de las especies de animales que cumplen con el papel de polinizadores de las plantas es fundamental en las comunidades terrestres porque determina el éxito reproductivo de las plantas a través de la producción de frutos y semillas, y en consecuencia guía los procesos de regeneración de la vegetación (Bullock 1995, Murcia 2002). Se ha calculado que alrededor del 85% de toda la producción de frutos y semillas tanto de plantas cultivadas como de plantas silvestres, depende de los visitantes florales de manera particular en sitios de alta biodiversidad (Vamosi *et al.* 2006). Es por esta razón que el estudio cuantitativo de la fenología floral y su relación con los visitantes florales, se considera clave para el entendimiento de la funcionalidad de los ecosistemas

terrestres y en consecuencia para su conservación (Guitian *et al.* 1996, Berry y Gorchov 2004).

Recientemente, muchos autores han llamado la atención de la importancia de contar con buenos registros fenológicos de las plantas, debido a que se ha demostrado que una de las consecuencias del incremento de la temperatura promedio del planeta, producto del cambio climático global, ha sido la modificación de los tiempos de floración (Inouye *et al.* 2002, Saavedra *et al.* 2003, Munguia-Rosas *et al.* 2011). Esta modificación puede afectar la interacción de las plantas con sus polinizadores al provocar un “desacoplamiento” temporal entre ambos grupos biológicos, afectando de esta manera tanto la producción de frutos y semillas de las plantas, como las probabilidades de sobrevivencia de los polinizadores debido a la modificación temporal en la disponibilidad de sus fuentes de alimentación (Memmot *et al.* 2007).

La fenología reproductiva de las plantas está regulada por factores que se consideran de corto plazo o ecológicos, como son la disponibilidad y variación temporal en la disponibilidad de agua, luz y nutrientes, y de factores de largo plazo o

llamados evolutivos dentro de las que destacan la interacción con otros organismos.

En las comunidades naturales la fenología reproductiva puede ser muy contrastante dependiendo de las condiciones climáticas y de las características generales del ecosistema en el que se encuentran. Por ejemplo, en zonas tropicales altamente estacionales en las que es claramente distinguible una época lluviosa y una época seca, de igual forma es fácil identificar aquellas especies que florecen en una determinada época (Bullock 1995). Este tipo de ecosistemas estacionales son muy comunes en México y están representados por selvas bajas caducifolias y por zonas costeras. En general existen muy pocos estudios referentes a los patrones fenológicos en estos ecosistemas estacionales, pero particularmente es notable que prácticamente no existen estudios cuantitativos en zonas costeras de México. Esta estacionalidad en la producción de flores va aparejada con la estacionalidad y presencia o ausencia de los animales (como los insectos), y define momentos específicos de sus ciclos de vida, como su temporada reproductiva.

En este capítulo hacemos la primera descripción cuantitativa de la fenología de floración de 27 especies de plantas herbáceas presentes en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos (RBRL) y presentamos de manera adicional una descripción de los principales grupos funcionales de sus visitantes florales y sus patrones generales de actividad durante la época de lluvias.

II. Fenología de floración de especies del estrato herbáceo de plantas de la RBRL

Los datos presentados en esta contribución fueron generados durante la temporada de lluvias del año 2010 en una zona aledaña a la RBRL. Mediante muestreos semanales se registró la fenología de floración de 27 especies pertenecientes a 13 familias que forman parte sustancial de la comunidad de plantas del estrato herbáceo y que están presentes en la RBRL (Fig. 1). En el Cuadro 1 se enlistan todas las especies estudiadas. Los detalles de la metodología de muestreo, tanto de las plantas como de los visitantes florales, pueden verse en Celaya (2012) y en Alonso *et al.* (2013).

Figura 1. Panorámica de parte de la vegetación del estrato herbáceo de un sitio cercano a la Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos



Cuadro 1. Listado de las especies de herbáceas incluidas en este trabajo

Especie	Familia	Nombre maya
<i>Alternanthera flavescens</i>	Amaranthaceae	
<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amaranthaceae	
<i>Angelonia angustifolia</i>	Scrophulariaceae	Ya'ax xiiw
<i>Ammania coccínea</i>	Lythraceae	
<i>Asclepia curassavica</i>	Asclepiadaceae	
<i>Bacopa procumbens</i>	Scrophulariaceae	
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	k'an tumbuub, k'an mul, matsa ch'ich bu'ul
<i>Blutaparon vermiculare</i>	Amaranthaceae	
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> (*)	Malvaceae	
<i>Clitoria</i> sp.	Fabaceae	
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	
<i>Crotalaria incana</i>	Fabaceae	Ni'ooch
<i>Cuphea gaumeri</i> (*)	Lythraceae	
<i>Eupatorium odoratum</i>	Asteraceae	
<i>Evolvulus alsinoides</i>	Convolvulaceae	Xia xiiw, jaway
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Convolvulaceae	
<i>Melochia pyramidata</i>	Malvaceae	Chi'chi' bej, Chak ch'ooben, Sak chi'chi'bej
<i>Philoxerus vermicularis</i>	Amaranthaceae	
<i>Phylla nodiflora</i>	Verbenaceae	
<i>Porophyllum punctatum</i>	Asteraceae	Uk'il, Uuk'che', Uu'k xiiw, Tu'xiiw, Keliil, Susuk xiiw
<i>Portulaca pilosa</i>	Portulacaceae	Xanab mucuy

Cuadro 1. Listado de las especies de herbáceas incluidas en este trabajo (Continuación).

Especie	Familia	Nombre maya
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Xúukul, Xanab mukuy, Páats mo'ol t'u'ul
<i>Ruellia nudiflora</i>	Acanthaceae	Berraco xiiw, Cruz xiiw, Che'su'uk, Kabal xa'an, Kabal ya'ax niik, Pajkanul, Xana mukuy
<i>Sida acuta</i>	Malvaceae	Chi'chi'bej
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Verbenaceae	Verbena (español)
<i>Tamonea curassavica</i>	Verbenaceae	Chan aak' uuch
<i>Trianthema portulacastrum</i>	Aizoaceae	Verdolaga (español)

El período de floración de la mayoría de las especies presentes en la zona de estudio abarcó desde inicios del mes de agosto hasta mediados de septiembre, justo después de registrarse la mayor precipitación pluvial en la zona. De las 27 especies registradas, 6 presentaron menos de 50 flores durante todo el período de floración (*Asclepia curassavica*, *Cienfuegosia yucatanensis*, *Ipomoea pes-caprae*, *Philoxereus vermicularis*, *Porophyllum punctatum* y *Ruellia nudiflora*); y 8 especies entre 50 y 100 flores (*Ammania coccínea*, *Bacopa procumbens*, *Clitoria sp.*, *Eupatorium odoratum*, *Melochia pyramidata*, *Portulaca pilosa*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Trianthema portulacastrum*) (Fig. 2).

Por el contrario, las demás especies presentan de 50 a 200 flores en promedio por día; 4 especies produjeron menos de 500 flores durante todo el período de floración (*Alternanthera flavescens*, *Commelina diffusa*, *Crotalaria incana* y

Portulaca oleracea); y 7 presentan menos de 1000 flores (*Alternanthera ramosissima*, *Bidens pilosa*, *Blutaparum vermiculare*, *Cuphea gaumeri*, *Evolvulus alsinoides*, *Phylla nodiflora* y *Sida acuta*) (Fig. 3). Las especies con mayor número de flores fueron *Tamonea curassavica* con más de 2000, y *Angelonia angustifolia* con más de 1000 flores durante todo el período de floración (Fig. 3).

A pesar de que la mayoría de las especies alcanzan la máxima producción de flores durante el periodo que va hacia finales del mes de agosto e inicios del mes de septiembre, especies como *Portulaca pilosa* y *Phylla nodiflora*, presentan un mayor número de flores a inicios de dicho período; y por el contrario, *Eupatorium odoratum*, *Bacopa procumbens* y *Crotalaria incana*, lo presentan al final del período. *Tamonea curassavica* presentó dos picos de floración, uno al inicio y otro al final del período (Fig. 3); y especies como *Melochia pyramidata* y *Asclepia curassavica* se

mantienen estables y con pocas flores durante todo el período de floración.

De manera interesante, e independientemente del número total de flores producidas, durante el año de estudio se observó un patrón bimodal que describió dos picos de floración generales, uno que ocurrió durante la primer y segunda semana de agosto y otro que ocurrió alrededor de la segunda semana de septiembre (Fig. 2). Para las especies

con una baja producción de flores (Fig. 2), se pudo identificar en el primer pico de floración a especies como *P. pilosa*, *T. portulacastrum* y *R. nudiflora*, mientras que para el segundo pico a especies como *A. coccinea*, *B. procumbens* y *M. pyramidata* (Fig. 2). En contraste en las especies que se observó una alta producción de flores (Fig. 2), varias de ellas fueron representativas de ambos picos, por ejemplo *T. curasavica*, *B. pilosa*, y *P. nodiflora* (Fig. 3).

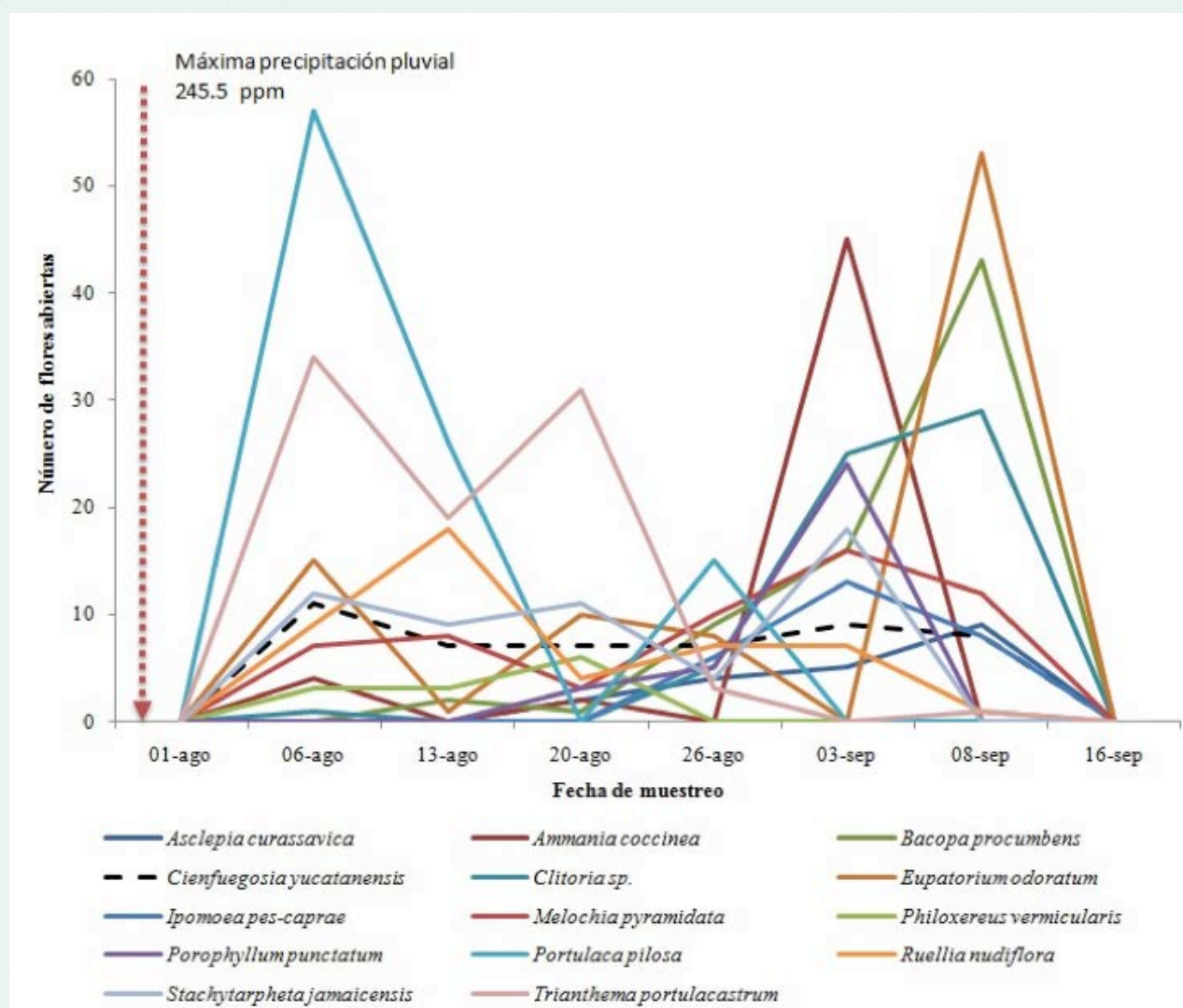


Figura 2. Fenología de floración de las especies presentes en la Reserva de Ría Lagartos. Se muestra el número total de flores abiertas por fecha de registro para las especies que produjeron menos de 100 flores durante todo el período de floración.

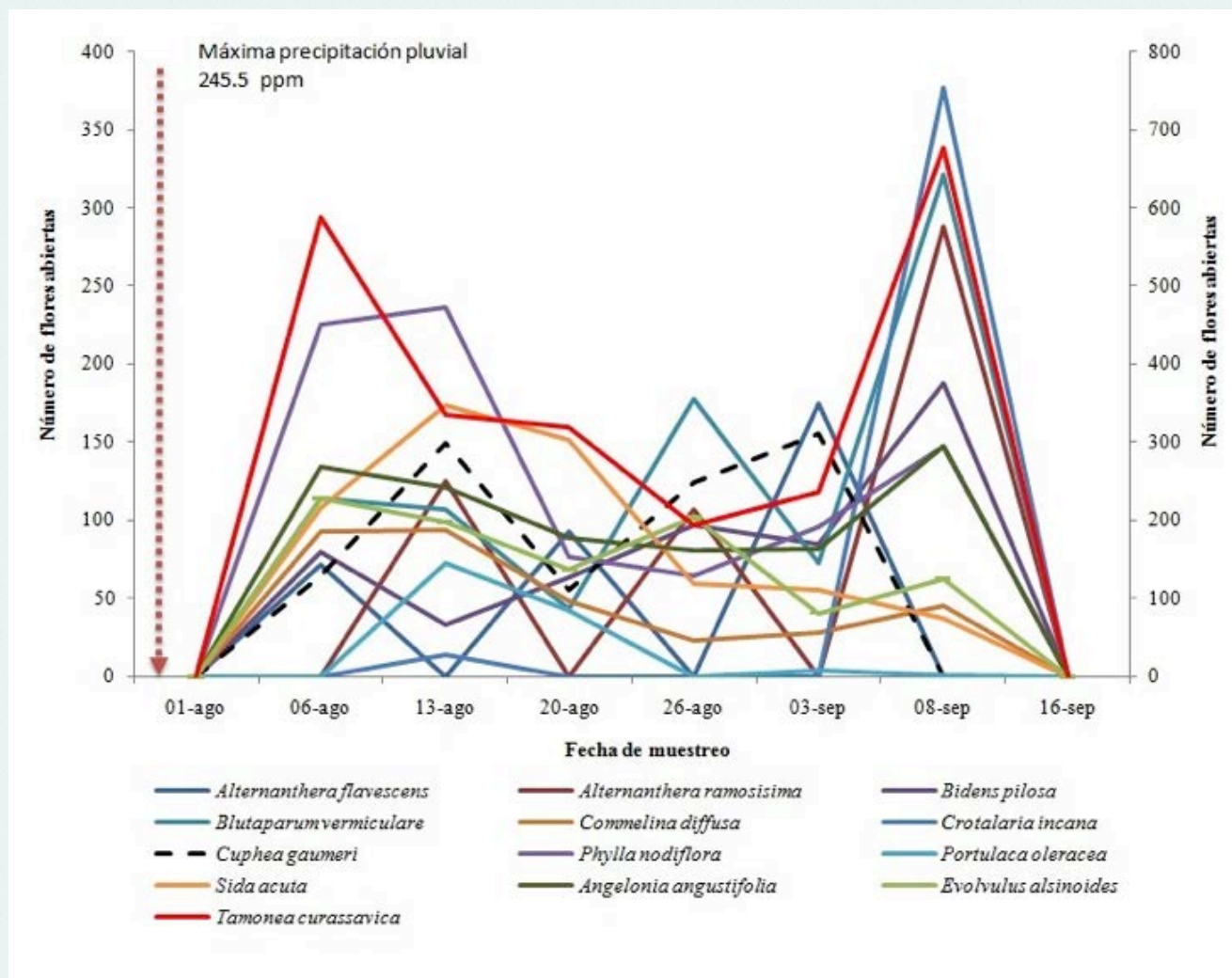


Figura 3. Fenología de floración de las especies presentes en la Reserva de Ría Lagartos. Se muestra el número total de flores abiertas por fecha de registro para las especies que produjeron de 100 hasta 300 flores en al menos una fecha de muestreo. En el eje secundario se ubican: *Angelonia angustifolia*, *Tamonea curassavica*, *Evolvulus alsinoides* y *Phylla nodiflora*, debido a que estas especies produjeron más de 300 flores en al menos una fecha de muestreo.

Diversos autores han propuesto que en las comunidades de plantas existe un desplazamiento en la fenología floral debido a que de esta manera las plantas evitan la competencia por polinizadores, lo que resultaría en una separación uniforme de los picos de floración (Cole 1981). La fenología de floración general de las especies reportadas en este estudio parece apoyar esta hipótesis, sin embargo, es necesario llevar a cabo estudios más

específicos para poder concluir algo al respecto.

Las especies endémicas (que son aquellas que se encuentran restringidas en su distribución) requieren especial atención debido a que su estudio nos permite comprender las condiciones particulares que determinan por qué se encuentran solo en ciertos ambientes y pueden dar pistas si es de interés el tomar medidas para su conservación. En el

estrato herbáceo de la RBRL se pueden encontrar al menos a dos especies *C. yucatanensis* (endémica de la región caribeña, Téllez 2012) y *C. gaumeri* (endémica del estado de Yucatán y de Quintana Roo, Celaya 2012). *C. yucatanensis* se caracteriza por tener una baja producción de flores, aunque su fenología se encuentra extendida durante la temporada lluviosa (Fig. 2). En contraste *C. gaumeri* presenta una alta producción de flores y dos picos de floración, el primero a mediados de agosto y el segundo a inicios de septiembre, finalizando la producción antes que las demás especies.

Bullock (1995) ha descrito que la fenología reproductiva para especies de diversas formas de vida de los trópicos secos de México ocurre durante la temporada de lluvias y Castillo y Carabias (1982) observaron este mismo patrón de floración en especies herbáceas de las zonas costeras de Veracruz. De acuerdo a la fenología reproductiva observada en la RBRL, el período de floración de las especies encontradas es similar a lo encontrado por estos autores, ya que ocurre durante la temporada de lluvias típica de la zona, es decir durante los meses agosto a septiembre. Sin embargo, es necesario adicionar al estudio de la

fenología de floración de las especies de la RBRL la fenología de fructificación y de dispersión de semillas para tener un panorama más amplio de los ciclos de reproducción y reclutamiento de nuevos individuos a nivel de toda la comunidad.

III. Visitantes florales de las especies del estrato herbáceo

En general, los principales polinizadores del estrato herbáceo y arbustivo son insectos, y de hecho dentro de la RBRL y a lo largo de la costa de Yucatán, se ha observado que en general los himenópteros (como abejas y avispas) son los principales polinizadores (Contreras 1988, Reyes-Novelo *et al.* 2010, Campos-Navarrete *et al.* 2011, y ver Campos-Navarrete *et al.* en este volumen). Aunque en el estrato arbustivo y arbóreo otros grupos, como los colibríes y murciélagos, también pueden jugar un papel muy importante (Medina 2013 y ver Medina y Parra-Tabla, y Salas y Tun en este volumen).

La diversidad, abundancia y actividad de los polinizadores tiene un papel determinante en la reproducción de las especies de plantas con flores. Sin una actividad adecuada de los polinizadores, se compromete la producción de semillas

y en consecuencia se puede afectar la regeneración y conservación de la vegetación (Cruden 1977, Klein *et al.* 2003, Gómez *et al.* 2010). La limitación en la producción de semillas por una inadecuada actividad o por una disminución en el servicio ambiental que ofrecen los polinizadores, es un fenómeno común en las poblaciones naturales de plantas (Ashman *et al.* 2004). Sin embargo, las actividades antropogénicas y la constante destrucción del hábitat, ha sido un factor que ha incrementado el fenómeno de limitación por polinizadores en la reproducción de las plantas, básicamente porque dichas actividades impactan en la distribución de las especies de polinizadores, en su abundancia o directamente en su extinción (Meneses *et al.* 2010).

En particular en especie de herbáceas de la costa y el matorral costero de Yucatán, estudios recientes (Téllez 2012, Alonso *et al.* 2013) han aportado evidencias de que la limitación por polinizadores es muy importante en especies de plantas herbáceas. Dentro de las especies estudiadas en esos trabajos se encuentran las especies *Cienfuegosia yucatanensis* y *Cuphea gaumeri* (especie endémicas; Fig. 4) y *Tamonea curassavica*), reportadas en este capítulo.

En otros sitios de la costa de Yucatán, extensas observaciones han mostrado que *C. yucatanensis* es visitada principalmente por diversas especies de mariposas (Lepidopteros; Fig. 4). Por su parte *C. gaumeri* recibe principalmente visitas de abejas y avispa (Fig. 4).

Figura 4. *Cienfuegosia yucatanensis* (izquierda) y *Cuphea gaumeri* (derecha), especies de plantas endémicas presentes en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos (fotos: Luis Salinas)



En sitios relativamente cercanos a la RBRL, se ha demostrado que la fragmentación afecta la diversidad de especies de abejas (Meneses *et al.* 2010), así como la conformación de las redes de interacción entre las plantas y los polinizadores (Campo-Navarrete 2011 y ver Campos-Navarrete *et al.* en este volumen). De igual forma en zonas de selva baja y del matorral costero, se ha demostrado que las actividades humanas han alterado la interacción entre las plantas y sus polinizadores y han tenido un efecto negativo en la reproducción de

algunas especies (por ejemplo ver Parra-Tabla *et al.* 2002, Parra-Tabla *et al.* 2011).

Los insectos que se registraron visitando las flores en el sitio de estudio de este trabajo, pueden ser descritos como “grupos funcionales” de acuerdo a sus características generales como tamaño, conducta de alimentación y biología general (Cuadro 2). Estos grupos funcionales se distribuyeron en dos familias de himenópteros (Apidae y Vespidae), dos familias de dípteros (Syrphidae y Bombyliidae) y en los órdenes lepidóptera, coleóptera y otros (Fig. 5).

Cuadro 2. Características de los grupos funcionales de los visitantes florales registrados en las especies de plantas herbáceas presentes en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos.

Grupos funcionales		Características
Ordenes	Polinizadores	
Himenóptera	<i>Apis sp.</i>	colonial; eficiente recolector de polen y néctar
Himenóptera	Abejas grandes	endotérmicas; eficientes y rápidas; variables en tamaño del cuerpo; tiempo de vida corto; rango de visita corto
Himenóptera	Abejas pequeñas	ectotérmicas; en general solitarias; altas tasas de visitas; toleran estrechos rangos de temperatura
Himenóptera	Avispas	carnívoros; visitantes florales secundarios; algunos grupos consumen néctar
Díptera	<i>Bombilius sp.</i>	rápidos; toleran un rango térmico estrecho; los machos son territoriales; piezas bucales rígidas y largas; se restringen a ciertas flores
Díptera	Sírfidos	se alimentan de polen y néctar; tiempo de alimentación variable; de vuelo rápido; algunos endotermicos; con altas tasas de visita
Lepidóptera	Mariposas grandes	trompa larga; bomba de néctar más eficiente que las pequeñas; no están limitadas a la concentración del néctar
Lepidóptera	Mariposas pequeñas	bajas tasas de visita en muy pocas flores por planta; requerimientos térmicos estrechos; menos enfocadas a la polinización, visitan las flores para oviposición y apareamiento
Coleóptera	Escarabajos	consumidores de polen; ineficientes en polinización; ectotermicos (particularmente los pequeños); estrecho rango de actividad estacional; rango de vuelo corto
Otros	Otros	con baja incidencia; pequeños; polinizadores ineficientes

Los himenópteros (abejas y avispas) fueron los polinizadores más abundantes en el sitio y contribuyeron aproximadamente con el 67% de las visitas totales, de las cuales el 35% correspondió al grupo de las abejas, que incluye a la especie *Apis mellifera*, así como a abejas nativas de tamaño grande, como *Xylocopa sp.* y de tamaño pequeño como *Melipona beecheii* y *Trigona sp.* Un 32% de las visitas correspondió a diferentes especies véspidos (avispas) (Fig. 6).

Es interesante comentar que en cultivos de hortalizas en Yucatán, también se ha identificado a las abejas nativas como especies clave en la polinización de cultivos de gran importancia cultural y comercial como la calabaza, el melón y la sandía (Canto y Parra-Tabla 2000, Meléndez *et al.* 2002).

Por otro lado, el grupo de los dípteros (como moscas, sílfidos y bombílidos) contribuyó en un 19% al total de las visitas, mientras que el 12% correspondió

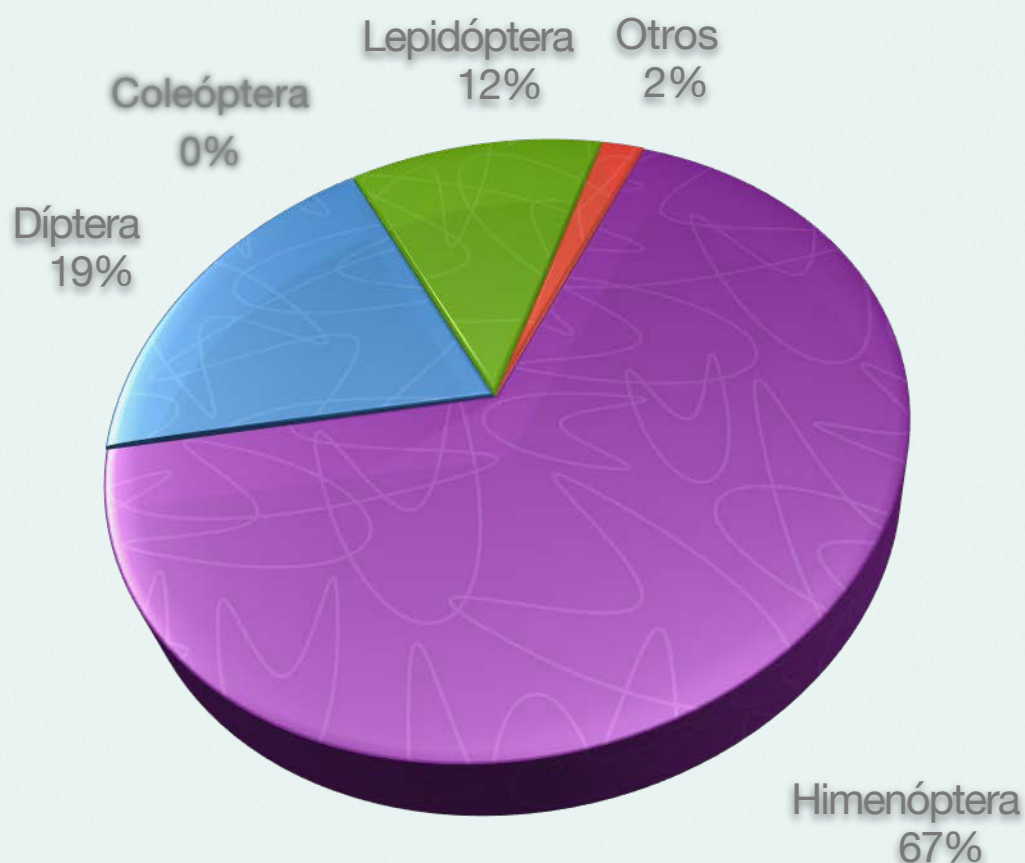


Figura 5. Porcentaje de visitas florales de diferentes grupos de insectos en las plantas herbáceas en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos.

a las diferentes especies de lepidópteros (mariposas). Finalmente el grupo de los coleópteros (escarabajos) fue el menos representativo para la polinización de las especies en la comunidad de plantas, contribuyendo con menos del 1% de las visitas florales totales.

Si bien los datos de los visitantes florales aportados en este trabajo dan una buena idea de que especies podrían ser las más importantes en términos de su contribución a la polinización, es importante comentar que se deben llevar a cabo estudios más detallados para evaluar quienes polinizan efectivamente a que especies de plantas. A nivel de una comunidad de plantas y polinizadores se

establecen redes complejas de interacción (ver Campos-Navarrete *et al.* en este volumen), las cuales se supone tienen cierto grado de estabilidad cuando confrontan perturbaciones (Bascomte *et al.* 2007, Kaiser-Bunbury *et al.* 2010). Sin embargo, recientemente muchos autores han sugerido la importancia de evaluar con mayor precisión el efecto de las perturbaciones en las especies tanto de plantas como de polinizadores que conforman dichas redes y en las consecuencias puntuales que tienen tales perturbaciones en la persistencia de las especies dentro de las comunidades, lo cual es sumamente relevante en términos de la conservación de los ecosistemas naturales (Vamosi *et al.* 2006).

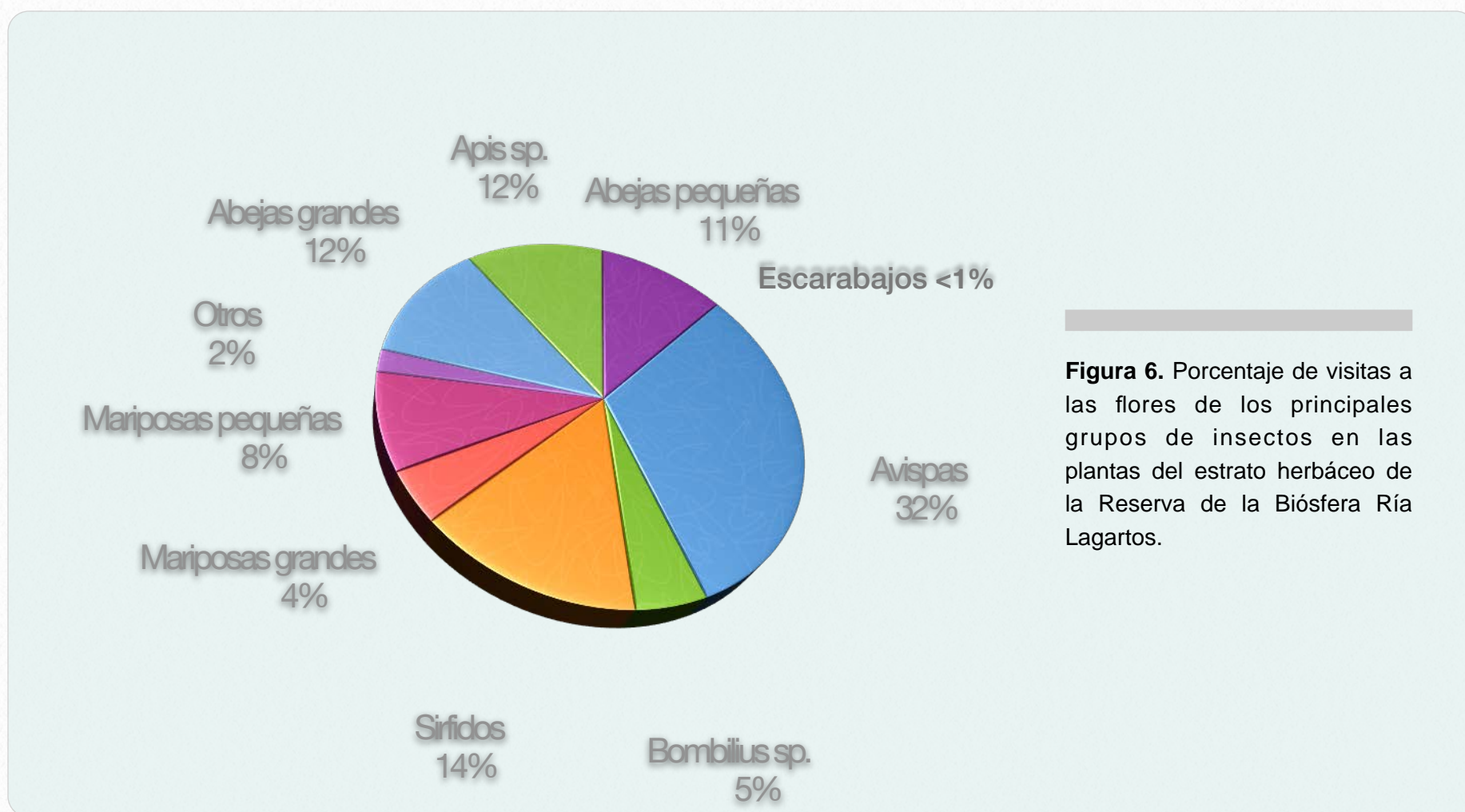


Figura 6. Porcentaje de visitas a las flores de los principales grupos de insectos en las plantas del estrato herbáceo de la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos.

En particular en la RBRL es fundamental el profundizar en estudios de las interacciones biológicas que se dan entre las plantas y sus polinizadores y de los dispersores de semillas, básicamente porque como se dijo con anterioridad, estos grupos juegan un papel fundamental en la regeneración de la vegetación.

VI. Perspectivas

Son muchas las posibilidades de estudios ecológicos que se pueden llevar a cabo en la RBRL en general y particularmente en aspectos relacionados con la funcionalidad ecológica de esta importante zona protegida de México. En el presente trabajo se presenta apenas el primer análisis cuantitativo de la fenología de floración de un grupo de especies del estrato herbáceo. Si bien en sitios estacionales a nivel de toda la comunidad de plantas existe una respuesta relativamente uniforme, existen muchas especies de árboles y arbustos que florecen fuera de la época de lluvias y que son de particular importancia para el mantenimiento de recursos florales para una buena cantidad de especies de animales (por ejemplo ver Medina 2013, Campos-Navarrete *et al.* y Selem-Salas y Tun-Garrido en este volúmen). Por esta razón es muy importante realizar estudios

fenológicos en todas las formas de vida y en todos los tipos de vegetación de la RBRL.

Recientemente se ha sugerido que el incremento en la temperatura media del planeta está modificando los patrones fenológicos de las plantas, comprometiendo de esta forma la cohesión de las interacciones que éstas mantienen con sus polinizadores. Dadas las graves consecuencias que esto podría tener (por ejemplo se calcula que los polinizadores podrían perder hasta un 50% de sus recursos de alimentación (Memmott *et al.* 2007), es necesario establecer estudios de largo plazo que permitan establecer tal impacto para identificar cuales especies serían las más afectadas y establecer medidas preventivas. Estos estudios de largo plazo deberían de ser acompañados de monitoreos de la abundancia de los visitantes florales, la producción de frutos y semillas y los patrones de regeneración de la vegetación (es decir en la abundancia y diversidad de las plantas que se van estableciendo en el tiempo). Respecto a este aspecto en particular, diversas evidencias sugieren que existe una disminución en el servicio de la polinización a nivel mundial, y de manera especial en sitios de alta biodiversidad

como lo es nuestro país (Vamosi *et al.* 2006). La poca evidencia existente en la vegetación costera de Yucatán, incluyendo la RBRL, ha demostrado que en general existe una importante limitación natural por polinizadores tanto del estrato herbáceo, como del arbustivo (Rico-Gray y Thien 1987, Téllez 2012, Alonso *et al.* 2013); por lo que en caso de esta limitación se viera incrementada por factores antropogénicos se pondría en un riesgo real la conservación de estos ecosistemas.

Otro aspecto que debería de ser evaluado y que se liga directamente con la fenología de floración y su importancia en la relación con diversos grupos de animales, es el impacto de la introducción de especies no nativas dentro de la RBRL que puede ser favorecida por las presiones a las que esta área está sujeta (por ejemplo por la extracción de especie, quemas e invasión de pastos, etc.). En la literatura existen evidencias de que las especies exóticas o no nativas, ya sea de plantas o polinizadores, pueden afectar de manera muy importante a las comunidades naturales (ver Campos-Navarrete *et al.* en este volumen). Por ejemplo, en Yucatán existen evidencias de que la abeja europea (*Apis mellifera*) (especie introducida a principios del siglo pasado;

Quezada-Euan 2002), desplaza abejas nativas de sus recursos florales (Pinkus *et al.* 2005), y se introduce fácilmente en las redes de interacción a nivel de la comunidad de plantas e insectos (Campos-Navarrete 2011). En la RBRL esta especie se encuentra ampliamente distribuida, y aunque su efecto específico no ha sido evaluado, se puede presumir como muy importante porque además ha sufrido proceso de entrecruzamiento con su fenotipo africanizado, lo cual genera organismos más agresivos y con alta capacidad de movilidad (sin mencionar su peligro para los habitantes de la zona).

Este tipo de información sería fundamental para poder establecer el estado de la conservación dentro de la RBRL, pero a través de aspectos que permiten evaluar su funcionalidad, más allá de la importancia de contar solo con estudios florísticos y faunísticos completos y actualizados.

Desde un punto de vista de la investigación básica, el estudio de las interacciones entre las plantas y sus polinizadores, debería de abarcar además que tanto nivel de generalización o especialización existe entre las plantas y sus polinizadores. En particular este aspecto sería importante de estudiar en

especies endémicas y que pueden ser más susceptibles a la destrucción del hábitat, por ejemplo especies de plantas como *C. yucatanensis* y *C. gaummeri* deberían de ser incluidas en un análisis más específico que permita conjuntar información básica y necesaria para establecer medidas concretas para su conservación.

V. Agradecimientos

La gran mayoría de la información presentada en esta contribución se logró conjuntar gracias al apoyo de la Fundación BBVA, a través de un proyecto de colaboración entre la estación Biológica de Doñana (Sevilla, España), la Universidad de Pittsburgh y la Universidad Autónoma de Yucatán.

VI. Referencias

Alonso C, Navarro C, Arceo-Gómez G, Meindi G, Parra-Tabla V y Ashman TL (2013) Among species differences in pollen quality and quantity limitation: implications for endemics in biodiverse hotspots. *Annals of Botany* 112: 1461-1469.

Ashman TL, Knight TM, Steets JA, Amarasekare P, Burd M, Campbell DR, Dudash MR, Johnston MO, Mazer SJ, Mitchell RJ, Morgan MT y Wilson WG

(2004) Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology* 85: 2408–2421

Bascompte J y Jordano P (2007) Plant Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Reviews of Ecology Evolution and Systematics* 38:567–593

Berry E y Gorchov D (2004) Reproductive biology of the dioecious understory palm *Chamaedora radicalis* in Mexican cloud forest: pollination vector, flowering phenology and female fecundity. *Journal of Tropical Ecology* 20:369-376

Bullock SH (1995) Plant reproduction in neotropical dry forests. In: Bullock SH, Mooney HA, Medina E (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press. Cambridge, U.S.A. pp 203– 277

Canto-Aguilar A y Parra-Tabla V (2000) Importance of conserving alternative pollinators: assessing pollination efficiency of the squash bee *Peponapis limitaris* in *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). *Journal of Insect Conservation* 4:201-208

Castillo S y Carabias J (1982) Ecología de la vegetación de dunas costeras: fenología. *Biótica* 7:551-568

Celaya Cordero IN (2012) Efecto de la cofloración sobre el éxito reproductivo de la especie endémica *Cuphea gaumeri* Koehne (Lythraceae) en la costa norte de Yucatán, México. Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Yucatán.

Cole B (1981) Overlap, regularity, and flowering phenologies. *American Naturalist* 117:993-997

Contreras H (1998) Abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea; Serie: Apiformes) de la Reserva Especial de la Biósfera de Ría Lagartos, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis. Licenciatura en Biología. México.

Cruden R (1977) Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31:32-46

Gómez JM, Abdelaziz M, Lorite J, Muñoz-Pajares AJ y Perfectti F (2010) Changes in pollinator fauna cause spatial variation in pollen limitation. *Journal of Ecology* 98:1243-1252

Guitian J, Guitian P y Navarro L (1996) Fruit set, fruit reduction and fruiting strategy in *Cornus sanguinea* (Cornaceae). *American Journal of Botany* 83:744-748

Inouye DW, Morales MA y Dodge GJ (2002) Variation in timing and abundance of flowering by *Delphinium barbeyi* Huth (Ranunculaceae): the roles of snowpack, frost, and La Niña, in the context of climate change. *Oecologia* 130:543-550

Kaiser-Bunbury C, Muff S, Memmott J, Muller CB, y Caflisch A (2010) The robustness of pollination network to the loss species and interactions: a quantitative approach incorporating pollinator behavior. *Ecology Letters* 13:442-452

Klein A, Steffan-Dewenter I y Tscharrntke T (2003) Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany* 90:153-157

Meléndez V, Magaña-Rueda S, Parra-Tabla V, Ayala R y Navarro J (2002) Diversity of native bee visitors of cucurbit in Yucatán, México. *Journal of Insect Conservation* 6:135-147

Memmott J, Craze PG, Waser NM y Price MV (2007) Global warming and the

disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters* 10:710-717

Meneses-Calvillo L, Meléndez-Ramírez V, Parra-Tabla V y Navarro J (2010) Bee species diversity in a fragmented landscape of the Mexican Neotropic. *Journal of Insect Conservation* 14:323-334

Munguía-Rosas MA, Ollerton J, Parra-Tabla V y De Nova A (2011) Meta-analysis of phenotypic selection on flowering phenology suggests that early flowering plants are favoured. *Ecology Letters* 41:511-521

Murcia C (2002) Ecología de la polinización. En: Guaniguata MR, Catan G (eds.) *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Ediciones LUR, Costa Rica. Pp 493-521

Parra-Tabla V, Vargas MF, Magaña-Rueda S y Navarro J (2000) Female and male pollination success of *Oncidium ascendens* (Orchidaceae) in two contrasting patches: forest vs. agricultural field. *Biological Conservation* 94:335-340

Parra-Tabla V, Vargas CF, Naval C, Calvo LM y Ollerton J (2011) Population status and reproductive success of an endangered epiphytic orchid in a

fragmented landscape. *Biotropica* 43:640-647

Pinkus RM, Parra-Tabla V y Meléndez-Ramírez V (2005) Floral resource use and competition between *Apis mellifera* and native bees in Cucurbitaceae crops in Yucatán, México. *The Canadian Entomologist* 137:441-449

Quezada-Euán JJ (2000) Hybridization between European and Africanized honeybees in tropical Yucatán, México. II Morphometric, allozymic and mitochondrial DNA variability in feral colonies. *Apidologie* 31: 443-453

Reyes-Novelo N, Meléndez-Ramírez V, Ayala Barajas R y Delfín-González H (2010) Wild bee fauna (Hymenoptera: Apoidea) of six natural protected areas in Yucatan, Mexico. *Entomological News* 120:530-545

Rico-Gray V y Thien LB (1987) Some aspects of the reproductive biology of *Schomburgkia tibicinis* Batem (Orchidaceae) in Yucatán, México. *Brenesia* 28:13–24

Saavedra F, Inouye DW, Price M y Harte J (2003) Changes in flowering and abundance of *Delphinium muttallianum* (Ranunculaceae) in response to a subalpi-